

**Caracterização da qualidade da madeira de *Quercus*
cerris para utilização exterior**

Ana Rita Pimenta Dias

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
**Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais –
Ramo Engenharia dos Produtos Florestais**

Orientadores: Doutora Helena Margarida Nunes Pereira

Doutora Lina Maria Ribeiro Nunes

Júri:

Presidente: Doutora Isabel Maria Silva Sanches de Miranda, Investigadora auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutora Lina Maria Ribeiro Nunes, Investigadora auxiliar do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Doutora Sofia Knapic de Soares Ferreira, Bolseira de Pós-doutoramento do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer às minhas orientadoras Doutora Helena Pereira e Doutora Lina Nunes, pela total disponibilidade no esclarecimento de dúvidas, pelo apoio, orientação e partilha de ideias.

Agradeço também à Professora Isabel Miranda pela disponibilidade que demonstrou para me ajudar durante a realização da dissertação.

À Joaquininha por todo o apoio e incentivo que me deu durante esta etapa.

À Marta Duarte, colega do LNEC, pela ajuda e disponibilidade prestada.

A todos os professores e investigadores do Departamento de Engenharia Florestal que, de forma imediata, contribuíram para a execução deste trabalho.

Às amigas Telma Pinto, Carolina Jesus e Cátia Magalhães, um muito, muito obrigada, pela amizade, conselhos e pelo apoio constante. Foram uma ajuda imprescindível.

Ao Pedro Martins, um muito obrigado, pelo amor, força, paciência, carinho e compreensão durante toda esta etapa, e por nunca me ter deixado desistir.

Por último, à minha mãe pelo simples carinho e força mostrado durante os momentos mais complicados.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a madeira de *Quercus cerris* e para tal realizaram-se os seguintes estudos: quantificação do cerne, borne e casca, caracterização da composição química da madeira de cerne e durabilidade natural do cerne. Os estudos incidiram em amostras de madeira de árvores de *Q. cerris* abatidas em duas regiões do Kosovo com classes de idade de 70 a 80 anos. Todas as árvores de *Q. cerris* apresentaram formação de cerne, com um contorno regular e cor castanha avermelhada distinta do borne de cor castanha mais clara. A área de cerne diminuiu da base para o topo e ao nível do DAP foi em média 57,2% e 43,2% nos dois locais. A espessura de borne variou entre 3,2-4,2 cm e 3,6- 4,6 cm para as árvores dos dois locais. O cerne do *Q. cerris* apresentou uma correlação positiva com o diâmetro do tronco enquanto a largura de borne foi independente do diâmetro das árvores. O teor médio de casca foi de 14,2% e 16,3 % em % da área total com casca. A composição química média da madeira de cerne *Q. cerris* foi: cinzas 0,93%, extrativos totais 6,7% e lenhina total 26,4%. Quanto aos polissacáridos eles são constituídos principalmente por glucose e xilose (respetivamente em média 60,7% e 32,2% dos monómeros). Os ensaios de durabilidade natural face ao ataque de térmitas subterrâneas, permitiram classificar a madeira de cerne de *Q. cerris* como não durável. Face a estes resultados, conclui-se que para a utilização da madeira de cerne de *Q. cerris* deve considerar-se a sua baixa resistência biológica.

Palavras-chave: *Quercus cerris*, cerne, composição química, durabilidade natural, térmitas subterrâneas.

Abstract

This work aimed to characterize the *Quercus cerris* wood and for this the following studies were carried out: quantification of heartwood, sapwood and bark, characterization of the chemical composition of the heartwood and natural durability of the heartwood. The studies focused on wood samples from *Quercus cerris* trees felled from two regions of Kosovo with ages between 70 and 80 years. All *Q. cerris* trees showed heartwood formation, with a regular outline and a reddish brown color, distinct from sapwood, with light brown color. The heartwood area decreased from base to top and the DBH level was in average 57,2% and 43,20% at both sites. The sapwood thickness varied between 3,2-4,2 cm and 3,6- 4,6 cm for the trees of both sites. The heartwood of the *Q. cerris* presented a positive correlation with the trunk diameter, while the sapwood width was independent of the trees' diameter. The average bark content was 14,2% and 16,3% in percentage of total area with bark. The heartwood average chemical composition of *Q. cerris* was: 0,93% ashes, 6,7% total extractives and 26,4% total lignin. The polysaccharides mainly consist of glucose and xylose (respectively 60,7% and 32,2% of the monomers). The tests of natural durability against the attack of subterranean termites allowed to classify the heartwood of *Q. cerris* as non-durable. Considering these results, it is concluded that for the use of the heartwood of *Q. cerris*, its low biological resistance should be considered.

Keywords: *Quercus cerris*, heartwood, chemical composition, natural durability, subterranean termites.

Índice

AGRADECIMENTOS	II
RESUMO.....	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE	1
LISTA DE FIGURAS	2
LISTA DE QUADROS	3
1-INTRODUÇÃO	4
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 <i>Quercus cerris</i>	6
2.1.1-Descrição morfológica.....	6
2.1.2-Distribuição geográfica.....	7
2.2-A madeira	8
2.3-Borne e Cerne	9
2.4-Composição química.....	10
2.5- Durabilidade natural da madeira.....	11
3-MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1- Material	15
3.2-Métodos.....	16
3.2.1-Análise de imagem.....	16
3.2.2-Durabilidade.....	17
3.2.3. Composição química	19
3.2.3.1- Cinzas	19
3.2.3.2- Extrativos	20
3.2.3.3- Lenhina	20
3.2.3.4- Polissacáridos	21
3.2.3.5- Caracterização de extratos etanol-água	21
3.2.4- Análise estatística	22
4-RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1-Área de cerne.....	23
4.2-Casca de <i>Quercus cerris</i>	28
4.3-Composição química.....	32
4.4-Durabilidade ao ataque de térmitas subterrâneas	35
CONCLUSÕES	38
5-BIBLIOGRAFIA.....	39
ANEXOS	46

Lista de Figuras

Figura 1: Classificação taxinómica da espécie <i>Quercus cerris</i>	6
Figura 2:Povoamento de <i>Quercus cerris</i> em Kosovo.	7
Figura 3: Exemplar de uma folha de <i>Quercus cerris</i>	7
Figura 4:Distribuição mundial da espécie <i>Q.cerris</i>	8
Figura 5:Rodela de <i>Quercus cerris</i> do local KB.....	9
Figura 6:Obreiras e soldado de <i>Reticulitermes grassei</i> . (Duarte, 2014)	12
Figura 7: Distribuição dos registos disponíveis de térmitas subterrâneas por concelhos (Nunes e Nobre, 2006).	13
Figura 8:Madeiras atacadas por térmitas subterrâneas.	14
Figura 9:Esquema de medições ao nível da árvore utilizado para criar os discos de madeira. A imagem não corresponde à escala real.	16
Figura 10:Esquema de medições ao nível da árvore utilizado para criar as tábuas de madeira. A imagem não corresponde à escala real.	16
Figura 11:Fotografia da rodela de <i>Quercus cerris</i> n sistema de análise de imagem utilizado.	17
Figura 12:Esquema da evolução do ensaio de durabilidade natural de <i>Quercus cerris</i> durante 8 semanas.	19
Figura 13: Variação do diâmetro do cerne com o diâmetro total (sem casca) para todos os níveis de altura das árvores dos dois locais	25
Figura 14:Variação da área de cerne (mm ²) de <i>Quercus cerris</i> nos diferentes níveis de altura do tronco nos dois locais.....	26
Figura 15: Variação da área de borne (mm ²) de <i>Quercus cerris</i> nos diferentes níveis de altura nos dois locais.	27
Figura 16:Perfil do tronco para a média das árvores de Blinaja.	28
Figura 17:Perfil do tronco para a média das árvores de Dubočak.	28
Figura 18: Rodela de <i>Quercus cerris</i> o nível 9,3m em altura.....	29
Figura 19:Variação da espessura da casca (m) em altura para as árvores de <i>Quercus cerris</i> nos dois locais.....	30
Figura 20:Variação da percentagem da casca em altura para as árvores de <i>Quercus cerris</i> nos dois locais.....	31

Lista de Quadros

Quadro 1: Classe de risco de aplicação de madeira maciça (adaptado de EN 335 (2013)).	11
Quadro 2: Grau de ataque baseado no exame visual (EN 117 2005).	18
Quadro 3: Classes de durabilidade das espécies de madeira baseado no ataque das térmitas (EN 350 2016).	18
Quadro 4: Áreas de borne e cerne e área seccional total, razão de áreas cerne:borne e largura de borne a diferentes alturas para as árvores de <i>Quercus cerris</i> em Blinaja. Média e desvio padrão de 5 árvores.	23
Quadro 5: Áreas de borne e cerne e área seccional total, razão de áreas cerne:borne e largura de borne a diferentes alturas para as árvores de <i>Quercus cerris</i> em Duboçak. Média e desvio padrão de 5 árvores.	24
Quadro 6: Percentagem de cerne e borne em relação à área seccional total (sem casca) a diferentes alturas para as árvores de <i>Quercus cerris</i> nos locais KB e KD. Média e desvio padrão de 5 árvores.	24
Quadro 7: Variações da área total da rodela, da área e largura da casca, e da % do ritidoma e do floema na área da casca, a diferentes alturas para as árvores de <i>Quercus cerris</i> em Blinaja. Média e desvio padrão de 5 árvores.	29
Quadro 8: Variações da área total da rodela, da área e largura da casca, e da % do ritidoma e do floema na área da casca, a diferentes alturas para as árvores de <i>Quercus cerris</i> em Duboçak. Média e desvio padrão de 5 árvores.	30
Quadro 9: Percentagem de casca, de ritidoma e floema (em relação à área da casca) a diferentes alturas para as árvores de <i>Quercus cerris</i> nos locais KB e KD. Média e desvio padrão de 5 árvores.	32
Quadro 10: Composição química média das amostras de cerne de <i>Quercus cerris</i> (% em peso seco) e composição monomérica dos polissacáridos em Blinaja e Duboçak. Média de 2 amostras por árvore.	34
Quadro 11: Caracterização média dos extrativos nas amostras de cerne de <i>Quercus cerris</i> . Média de 2 amostras por árvore.	35
Quadro 12: Resultados do ensaio à durabilidade natural da madeira de <i>Quercus cerris</i> em Blinaja.	36
Quadro 13: Resultados do ensaio à durabilidade natural da madeira de <i>Quercus cerris</i> em Duboçak.	36

1-Introdução

O carvalho da Turquia (*Quercus cerris*) é uma folhosa, que pertence à família das Fagaceae, ordem Fagales, género *Quercus*, subgénero de *Euquercus* e secção *Cerris*. Atualmente esta espécie encontra-se maioritariamente na Turquia, principalmente no sudoeste da Turquia, onde a sua área de distribuição estimada é de cerca de 235 mil hectares, e no sudeste de Europa (França e Itália) (Mihçioğlu, 1942, Şen, 2012). Em Portugal, esta espécie existe apenas como ornamental em alguns lugares como no Parque da Pena-Sintra, na Tapada da Ajuda em Lisboa ou no Jardim Botânico da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Azevedo Gomes, 1960, Şen, 2012).

Na Turquia, a madeira da espécie *Q. cerris* não tem sido valorizada, sendo utilizada principalmente como combustível (lenha) (La Marca et al., 1983, Şen, 2012). O melhor conhecimento das características desta madeira como material permitirá ultrapassar a presente utilização artesanal e atingirá um processamento industrial, quer na indústria de primeira transformação (serração, painéis, etc.) quer na indústria de segunda transformação (carpintaria, mobiliário, etc.).

Para a avaliação da qualidade da madeira, a quantificação e as características do cerne são determinantes, sendo este, em geral, valorizado pela sua dureza e pela sua, normalmente superior, durabilidade natural. No geral, a madeira de cerne é assim preferida para usos em que se requer durabilidade e resistência mecânica. Também o conhecimento da composição química da madeira é importante para o uso do material, estando os seus constituintes químicos relacionados com algumas das suas propriedades, nomeadamente a durabilidade natural.

Este trabalho teve como objetivo contribuir para a valorização da madeira de *Q. cerris* e particularmente do cerne. Assim foi efetuada a quantificação do cerne e analisada a sua composição química e durabilidade natural face à ação de insetos (térmitas subterrâneas) em 10 árvores com idades compreendidas entre 66 e os 82 anos, provenientes de dois povoamentos florestais localizados no Kosovo. Todos os resultados obtidos foram comparados com a madeira de outras espécies, inclusive carvalhos.

Para a valorização da da madeira de *Quercus cerris*, foi caracterizado as seguintes características específicas:

- i) Quantificação do cerne, borne e casca;
- ii) Caracterização química da madeira de cerne;
- iii) Caracterização dos compostos presentes no cerne;

- iv) Durabilidade natural do cerne ao ataque por térmitas subterrâneas da espécie *Reticulitermes grassei*.

2- Revisão Bibliográfica

2.1 *Quercus cerris*

2.1.1-Descrição morfológica

O carvalho da Turquia (*Quercus cerris*) é uma folhosa que apresenta a classificação taxonómica indicada na Figura 1.

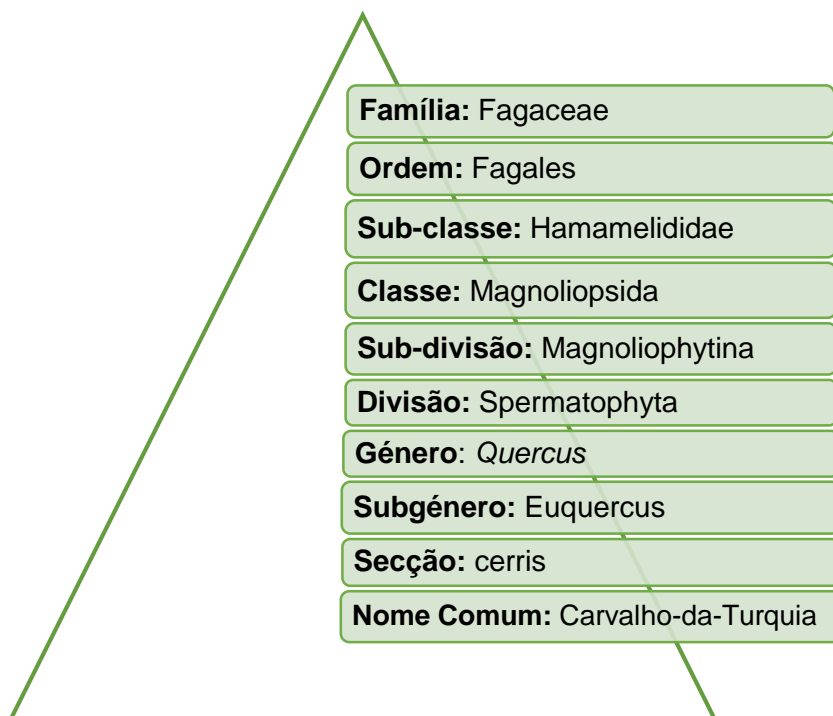


Figura 1: Classificação taxinómica da espécie *Quercus cerris*.

Em termos morfológicos, a espécie *Quercus cerris* apresenta árvores de porte médio que podem atingir alturas entre 25-37m (Figura 2). A casca é espessa de cor cinzenta, rija com algumas fissuras. A casca de *Q. cerris* é constituída pelo floema, periderme e ritidoma, contendo este uma proporção apreciável de cortiça, que se encontra localizada em camadas descontínuas axial e tangencialmente (Kasapligil, 1981, Şen,2012). As folhas são caducas, verde-escuras e oblongas, profundamente cortadas em lóbulos pontiagudos e o seu comprimento pode chegar aos 12 cm (Figura 3).

Quercus cerris é uma espécie de crescimento rápido, com uma capacidade de resistência a temperaturas baixas, tolerante a qualquer solo, exceto os encharcados e uma capacidade de prosperar em solos pobres (Kasapligil, 1981, Gilman, 2006, Şen, 2012).



Figura 2:Povoamento de *Quercus cerris* em Kosovo.



Figura 3: Exemplar de uma folha de *Quercus cerris*

http://jeanlouis.helardot.free.fr/page_chenes/quercus_cerris.htm.

2.1.2-Distribuição geográfica

Esta espécie distribui-se naturalmente no sudeste de Europa, na Ásia Menor e na Turquia (Figura 4). No sudeste de Turquia, a espécie *Quercus cerris* tem uma área de distribuição estimada em cerca de 235 mil hectares. A Itália possui uma área de distribuição estimada de 500 mil hectares de *Q. cerris*. (La Marca et al., 1963, Lo Monaco et al., 2011, Şen,2012).

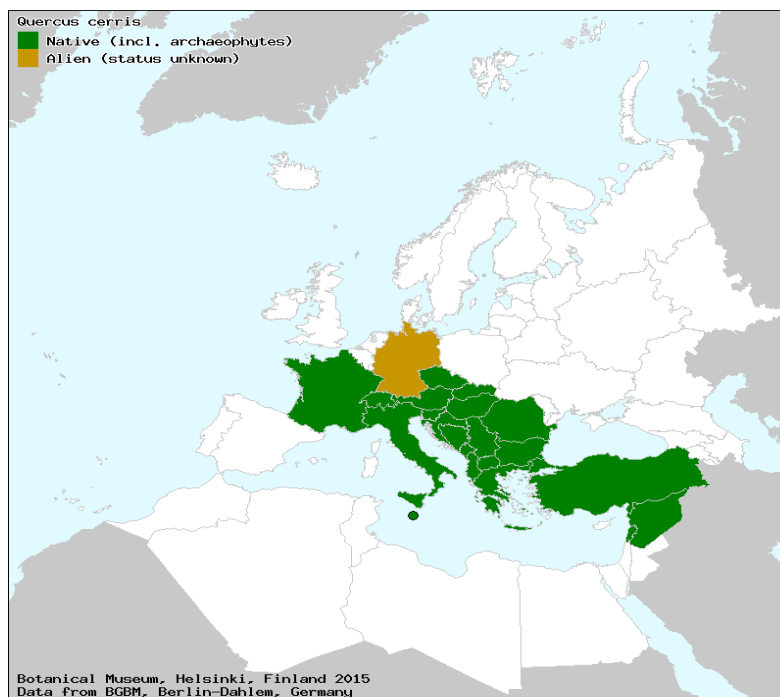


Figura 4: Distribuição mundial da espécie *Q.cerris*

(www.dict.leo.org/forum/viewWrongentry.php?idThread=1258763)

2.2-A madeira

A madeira resulta da atividade de um meristema secundário, responsável pelo crescimento em diâmetro da árvore: o *câmbio vascular*, que é responsável por produzir lenho (xilema) para o interior e floema para o exterior. As células do câmbio vascular sofrem várias divisões periclinais, originando para o interior novas células que se vão diferenciar como células do xilema e para o exterior células que se vão especializar como elementos do floema. A intensidade divisória das células meristemáticas do lado do xilema é normalmente superior à das células do lado do floema, resultando numa menor produção de floema comparativamente ao xilema; assim, do lado do xilema forma-se um lenho bem desenvolvido que vai provocar um aumento radial do tronco e do perímetro na zona de localização do câmbio, com a consequente deslocação deste para o exterior. Para que o câmbio possa acompanhar este aumento, as suas células dividem-se radialmente (divisões anticlinais), verificando-se um intercalamento de novas células no perímetro este processo é acompanhado por fenómenos complexos de crescimento intrusivo e eliminação e formação de células do câmbio (Esau, 1974).

A madeira tem sido utilizada pelo homem desde sempre devido às suas propriedades física, química, mecânica e estéticas. Mesmo com o avanço da tecnologia, a madeira continua a ser uma das principais matérias-primas utilizadas para construção devido às diferentes vantagens que apresenta: pode ser obtida em grandes quantidades; é natural;

é capaz de resistir a esforços tanto de compressão como de tração; apresenta boas condições de isolamento térmico e absorção acústica (Coutinho, 1999). Desta forma, o conhecimento aprofundado da madeira, nomeadamente o seu comportamento físico, químico, a sua resistência mecânica e durabilidade, torna-se indispensável para a sua utilização racional. Este conhecimento requer numerosos estudos sobre a madeira, caracterizando todos os fatores naturais e tecnológicos que possam afetar as características da madeira como material (Romanini *et al.* 2014).

As árvores da espécie *Quercus cerris* não são vulgarmente utilizadas como produtoras de madeira. A madeira apresenta pouca estabilidade dimensional (retração volumétrica total 12%), ocorrência de fendas durante a secagem, pouca durabilidade e uma cor irregular, sendo normalmente utilizada como lenha (Carvalho, 1997, Şen, 2012). No entanto, tem uma densidade elevada de 0,80-0,85 g/cm³ e possui propriedades mecânicas boas (resistências à compressão axial, tração axial e flexão estática de 475-535 daN/cm², 1220-1486 daN/cm², 793-1086 daN/cm² respetivamente) (Bartha, 2011, Şen, 2012).

2.3-Borne e Cerne

A madeira das árvores de *Quercus cerris* é descrita como possuindo um borne de cor rosa amarelado, bastante largo (15-18 cm de espessura) (Bartha, 2011, Şen, 2012) e um cerne um tom castanho avermelhado (Figura 5).



Figura 5: Rodela de *Quercus cerris* do local KB.

O borne compreende a zona mais externa do lenho, composto por células fisiologicamente ativas. A principal função desta parte do lenho é conduzir a água e os minerais das raízes às folhas. O cerne é a parte interna do lenho e é composto por células inativas. A formação desta zona ocorre devido à morte das células de parênquima e à acumulação de extrativos (Taylor *et al.*, 2002, Oliveira, 2003). A transformação de borne em cerne causa diversas alterações, resultando em diferenças físicas, químicas e visuais nas duas zonas do lenho. O cerne apresenta em geral uma coloração mais escura que o borne. Esta diferença é explicada pela acumulação de extrativos no cerne, principalmente compostos fenólicos do tipo flavonoide. Os extrativos além de conferirem cor mais escura ao cerne conferem também uma maior durabilidade natural em comparação com o borne (Melo, 1999; Knapic *et al.*, 2006). A acumulação de extrativos é normalmente tóxica para os microrganismos e agentes xilófagos devido às alterações anatômicas que ocorrem, tornando-se mais complicada a sua penetração nos tecidos celulares bem como uma maior resistência a ataques bióticos (Pereira *et al.*, 2005). Pode distinguir-se o borne do cerne também pela permeabilidade, que é superior no borne.

2.4-Composição química

A composição química das madeiras inclui dois tipos de componentes: estruturais e não estruturais. Os componentes estruturais são macromoléculas de natureza polimérica, insolúveis, conferindo-lhes forma e grande parte das propriedades físicas e químicas. Os compostos macromoleculares estruturais incluem dois grandes grupos de polímeros naturais: os polissacáridos e as lenhinas. Os polissacáridos, que são majoritários e correspondem a 65-75% do total da massa seca, incluem um polímero de massa molecular elevada, a celulose, e uma mistura de polímeros de menor massa molecular, as hemiceluloses. As lenhinas constituem uma família de polímeros de carácter aromático fenólico, com um desenvolvimento espacial tridimensional e são responsáveis pela elevada rigidez das madeiras, onde representam cerca de 20-30% (Tsoumis, 1991).

Os componentes não estruturais não fazem parte da estrutura da parede celular; são geralmente compostos de massa molecular baixa e desempenham um conjunto de funções acessórias na árvore. Estes compostos encontram-se no lúmen das células, nos espaços vazios ou nos canais celulares (Pereira *et al.*, 2010). Classificam-se em extrativos, compostos orgânicos que incluem uma grande variedade de compostos químicos e compostos inorgânicos, determinados como cinzas (Pereira *et al.* 2010).

Os trabalhos publicados ou estudos realizados sobre a madeira *Q. cerris*, a sua aptidão tecnológica ou condições de processamento industrial são escassos.

2.5- Durabilidade natural da madeira

A durabilidade natural é um dos fatores que limita o uso de diversas espécies de madeira na construção. São os fatores físicos, químicos e biológicos (humidade, temperatura, presença de xilófagos e a baixa resistência natural) que classificam uma determinada espécie em função da sua aplicação (Corassa, 2014).

O risco de biodeterioração da madeira determina a sua viabilidade como material mas depende, não só dos agentes biológicos presentes, como também da localização da peça de madeira na construção (EN335, 2013). Quando a classe de risco (Quadro 1) é corretamente estimada, a madeira pode ser preparada e utilizada e, se necessário, submetida a tratamentos preservadores para que a probabilidade de ocorrer degradação biológica seja bastante menor (Cruz e Nunes, 2005).

Quadro 1: Classe de risco de aplicação de madeira maciça (adaptado de EN 335 (2013)).

Classes de Risco	Situações gerais de serviço	Exposição à humidade	Agentes biológicos relevantes
1	Sem contato com o solo, sob coberto (ex: pavimentos)	Nenhuma	Carunchos Térmitas
2	Sem contato com o solo, sob coberto mas com risco de humificação (estruturas de cobertura)	Ocasionalmente	Carunchos Térmitas Fungos Podridão Castanha
3	Sem contato com o solo, não coberto	Frequentemente	Carunchos Térmitas Fungos Podridão castanha Podridão branca
4	Em contato com o solo ou água doce	Permanente	Carunchos Térmitas Fungos Podridão castanha Podridão branca Podridão mole
5	Na água salgada	Permanente	CR 4 Xilófagos marinhos

Na escolha de uma madeira quanto ao uso ou não em contacto com o solo, principalmente por indústrias como a construção civil, é indispensável conhecer a sua resistência natural e alguns dos aspetos da sua deterioração por agentes bióticos.

A durabilidade natural apresentada pela madeira é exclusivamente um resultado das substâncias tóxicas ou inibidoras naturais nela contida (a durabilidade natural é definida pela norma europeia EN350: 2016). A eventual suscetibilidade da madeira ao ataque é uma característica intrínseca da espécie da madeira que depende de vários fatores como: idade; proveniência; espécie (Carvalho, 1996).

Para estudar a durabilidade natural de uma madeira face aos insetos podem ser utilizadas as térmitas subterrâneas como modelo, dado serem consideradas um dos agentes mais graves de degradação de madeira aplicada (Cruz e Nunes 2012).

Neste trabalho, para caracterizar a durabilidade da madeira de *Quercus cerris* proveniente do Kosovo, foi utilizada a espécie *Reticulitermes grassei* (Clement) (Ordem: Blattodea; Família: Rhinotermitidae) (Figura 6).



Figura 6: Obreiras e soldado de *Reticulitermes grassei*. (Duarte, 2014)

Em Portugal continental a espécie *Reticulitermes grassei* (Clément) ocorre naturalmente em todo o território, sendo reconhecida como uma praga da madeira em construção (Figura 7). Estes insetos causam estragos em construções, mais propriamente em vigamentos, pavimentos e rodapés, sobretudo nos pisos térreos.

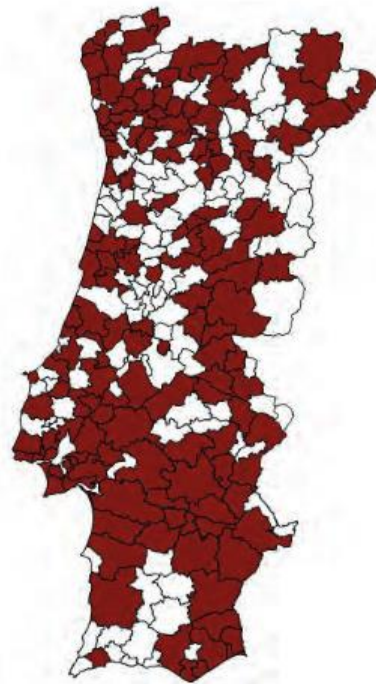


Figura 7: Distribuição dos registos disponíveis de térmitas subterrâneas por concelhos (Nunes e Nobre, 2006).

Para o seu desenvolvimento necessitam de condições de humidade elevada e preferem ambientes desprovidos de luz (no interior da madeira ou no solo). Alimentam-se particularmente da celulose existente em qualquer material que se encontre no solo: cepos, raízes ou arbustos. Mas a seleção de alimento por parte destes insetos é influenciada por diversos fatores, nomeadamente as características da madeira (tais como o teor em extrativos libertados e o teor em água) (Duarte, 2014). Na madeira estes insetos destroem preferencialmente as camadas de início de estação. Desde que as condições de sobrevivência destes insetos sejam as adequadas, podem atacar a madeira aplicada na construção levando a grandes prejuízos (Figura 8) (Cruz & Nunes, 2012).



<http://www.diystart.com/wp-content/uploads/2011/06/TermiteColony01-300x225.jpg>



<http://pest-control.pt/images/holz3.jpg>

Figura 8: Madeiras atacadas por térmitas subterrâneas.

A espécie *Reticulitermes grassei* é composta por insetos que vivem numa sociedade hierarquizada de grandes dimensões, organizada num sistema de castas: a rainha e o rei são geralmente os únicos com a função reprodutiva; as aladas são reprodutoras com a função de dispersão da colónia; os soldados têm como função proteger a sua colónia; as obreiras são estéreis e são o suporte numa colónia pois são elas que desempenham diversas funções (construção e reparação da estrutura da colónia, procura de alimento e água e alimentação dos restantes elementos da colónia). A casta mais numerosa nas colónias de térmitas subterrâneas são as obreiras e são as causadoras da maior parte dos estragos da madeira (Duarte, 2014).

As térmitas desempenham papéis muito importantes nos ecossistemas, podendo influenciá-los positiva ou negativamente. Um dos papéis mais importantes das térmitas num ecossistema é contribuir para a degradação de matéria orgânica e consequentemente à reciclagem e sequestro do carbono para o solo. A presença das térmitas também contribui para o arejamento do solo, mistura de matéria orgânica e para a mineralização do carbono. (Duarte, 2014).

Nos ecossistemas naturais o papel das térmitas subterrâneas é fundamental, mas em meio urbano são geralmente consideradas como praga. O primeiro problema no controlo das térmitas subterrâneas é a sua deteção. A identificação destes insetos xilófagos na madeira é bastante difícil devido ao facto de o ataque se processar no interior do material, o que dificulta a sua deteção visual. Normalmente estes insetos são detetados numa fase avançada do seu ataque, quando o estado de degradação da madeira já se encontra bastante adiantado. Uma forma de detetar estes insetos é a visualização de galerias ou túneis junto ao solo ou nas paredes e/ou a visualização de asas ou reprodutores em dispersão durante a época adequada de dispersão (Cruz e Nunes 2012).

3-Material e métodos

3.1- Material

O material de estudo resultou de amostras de *Quercus cerris*, recolhidas em dois locais de Kosovo: Blinaja e Dubočak designados como KB e KD respetivamente. O povoamento em Blinaja (aqui chamado KB) está localizado entre 42030'31 " -42030'38 " N e 20059'06 " -20059'152 " E, a 650-697m de altitude. O clima caracteriza-se por uma mistura de clima continental moderado e clima continental, com uma temperatura média anual de 11,3 ° C, maior em julho (21,4 ° C) e menor em janeiro (-1,7 ° C), e precipitação média anual de 609,8 mm, com uma elevada precipitação em Novembro e Maio. O povoamento em Dubocak (nomeado KD) está localizado entre 42051'20 " - 42051'23 " N e 20043'50 " - 20044'02 "E, a 817-885 m de altitude. O clima caracteriza-se por uma mistura de clima continental moderado e clima continental, com uma temperatura média anual de 10.4 ° C, maior em julho (20.7° C) e menor em janeiro (-1.5° C), e uma precipitação média anual de 604.8 mm, com a maior precipitação em novembro e maio.

Em cada local foram analisadas 5 árvores. Cada árvore foi dividida em 6 níveis de altura (base, 1,3 m, 3,3 m, 5,3 m, 7,3 m, e 9,3 m) e para cada nível foram retirados 3 discos com uma espessura aproximadamente de 10 cm. A Figura 9 exemplifica as medições da altura ao nível da árvore utilizadas nesta nomenclatura. Foram retirados 3 toros por árvore (toro 1, toro 2 e toro 3). No total existem 30 toros e 180 discos (3 repetições X 6 níveis X 10 árvores).

Para estudar o desenvolvimento do borne e cerne em altura foram utilizados os discos. A nomenclatura dos discos é composta por um código alfanumérico de forma a identificar o local, a árvore (1 a 5), a altura a que se encontrava da base e a repetição (II, III e IV). Assim, por exemplo, o disco KB2|1,3|II corresponde à árvore 2, do local Blinaj, a uma altura de 1,3 m e à repetição número II.

Para o estudo da composição química e da durabilidade foram utilizadas amostras de cerne retiradas dos toros de madeira. Cada árvore deu origem a três toros que foram transformados em 3 tábuas cortadas no sentido longitudinal. A nomenclatura utilizada nestas tábuas é também composta por um código alfanumérico de forma a identificar o local, a árvore (I a V), o toro (1 a 3) e a tábua (1 a 3). Por exemplo, a tábua com o código KBI 1-1 corresponde à tábua 1, do toro 1, -da árvore I e no local Blinaj. A Figura 10 exemplifica com mais pormenor o código pertencente aos toros e tábuas.

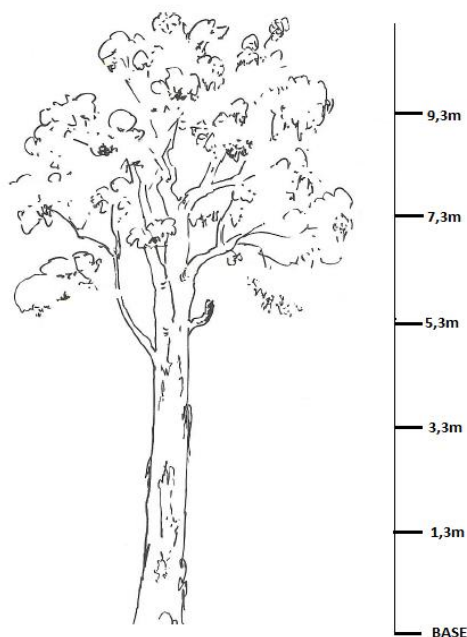


Figura 9:Esquema de medições ao nível da árvore utilizado para criar os discos de madeira. A imagem não corresponde à escala real.

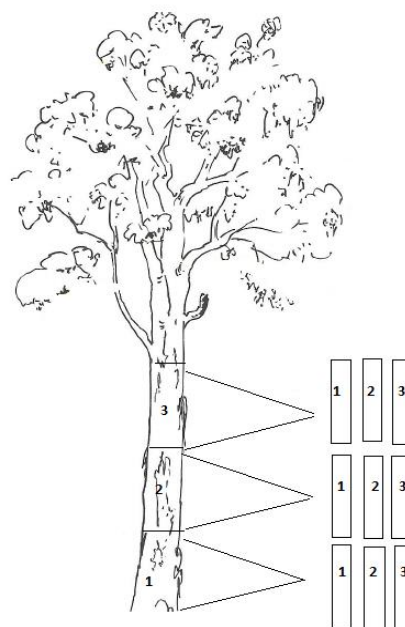


Figura 10:Esquema de medições ao nível da árvore utilizado para criar as tábuas de madeira. A imagem não corresponde à escala real.

3.2-Métodos

3.2.1-Análise de imagem

A superfície dos discos de madeira foi regularizada utilizando uma lixadeira de fita, FAI modelo LCU 380V, com lixa P40. Para a determinação das áreas de borne e cerne foi utilizado um sistema de análise de imagem, composto por um computador com o software de análise: Analysis 2.1. Para todos os discos foi feita uma calibração uma vez que a espessura das mesmas era variável. Para os discos de grande diâmetro, como a câmara não conseguia capturar a totalidade dos discos, optou-se por dividi-los em pequenas áreas. A Figura 11 mostra a imagem de uma rodela de *Quercus cerris* a ser analisada por este sistema.

Para cada rodela foram efetuadas 4 leituras: área total, área total sem ritidoma, área total sem casca e área do cerne. Por diferença entre a área total sem casca e a área de cerne foi estimada a área de borne. A área de floema foi calculada pela diferença da área total sem ritidoma e a área total sem casca. A área de ritidoma foi estimada pela diferença entre a área total e a área total sem ritidoma. Com a soma da área de floema e de ritidoma foi calculada a área de casca. A largura de borne foi calculada por diferença entre o comprimento o raio da rodela (sem casca) pelo raio do cerne.

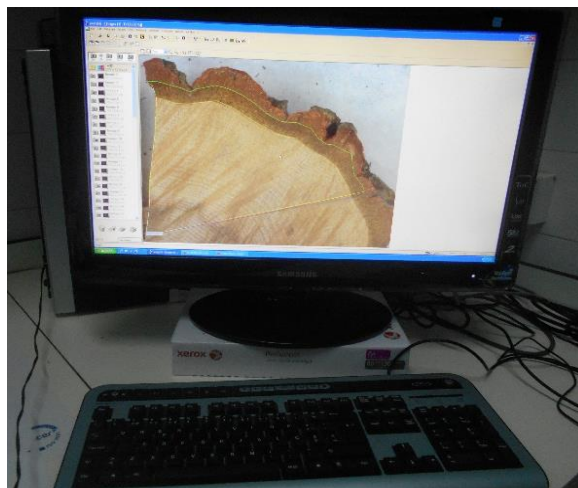


Figura 11: Fotografia da rodela de *Quercus cerris* n sistema de análise de imagem utilizado.

3.2.2-Durabilidade

A preparação dos provetes e os ensaios de durabilidade decorreram no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). Neste ensaio foram escolhidos provetes de 10 árvores de duas proveniências. Para uma árvore (árvore III) foi ainda analisado os três níveis de altura para as duas proveniências. Utilizaram-se no total 84 provetes (com dimensões 50x25x15 mm) de cerne de dez árvores e 6 provetes de borne de pinheiro bravo (provetes de controlo).

O ensaio foi realizado conforme descrito na norma europeia EN 117 (2005). Foram utilizadas térmitas subterrâneas, *Reticulitermes grassei*, e em cada ensaio foram colocados grupos de 250 obreiras e um grupo de soldados e ninfas (1% a 5% respetivamente). Em cada recipiente do ensaio de 1 L foi colocada uma camada de areia de Fontainebleau não compactada e humidificada (4:1, areia:água) com 4 a 6 cm de espessura. No centro de cada ensaio colocou-se um pequeno fragmento da madeira da cultura original de térmitas (EN 117 (2005)).

Os ensaios foram mantidos em observação para confirmar se as térmitas se instalaram convenientemente e depois durante as 8 semanas de exposição previstos na norma, os ensaios foram inspecionados diariamente de modo a verificar a humidade e juntando água sempre que necessário.

No final do ensaio, retiraram-se os provetes dos recipientes e determinou-se a taxa de sobrevivência e a presença de soldados e/ou ninfas. Para cada provete foi feito um exame visual e caracterizou-se o grau de ataque com base nos critérios definidos na EN117 (2005) (quadro 2). Face aos resultados e de acordo com a EN 350 (2016),

classificou-se a durabilidade natural da madeira de acordo com os critérios constantes do quadro 3.

Quadro 2: Grau de ataque baseado no exame visual (EN 117 2005).

Grau	Descrição
0	Sem ataque.
1	Tentativa de ataque: Erosão superficial de profundidade insuficiente para ser medidas em área ilimitada do provete
2	Ataque ligeiro: Erosão com cerca de 1 mm de profundidade, limitada a uma área inferior a 1/10 da área superficial do provete; um único túnel com profundidade até 3 mm
3	Ataque moderado: Erosão inferior a 1 mm em mais de 1/10 da área do provete; erosão entre 1 e 3 mm de profundidade numa área inferior a 1/10 do provete; túnel isolado com mais de 3 mm de profundidade não formando cavidades
4	Ataque forte: Erosão entre 1 e 3 mm de profundidade numa área superior a 1/10 da área do provete; túnel com profundidade superior a 3mm e que se alarga em cavidades no corpo do provete.

Quadro 3: Classes de durabilidade das espécies de madeira baseado no ataque das térmitas (EN 350 2016).

Classe de Durabilidade	Descrição	Média de Ataque
DC D	Durável	≥ 90% “0 ou 1” e max 10% “2”
DC M	Moderadamente Durável	< 50% “3, 4”
DC S	Não durável	≥ 50% “3, 4”

A Figura 12 representa um esquema da evolução do ensaio da durabilidade natural de *Quercus cerris*.



Figura 12: Esquema da evolução do ensaio de durabilidade natural de *Quercus cerris* durante 8 semanas.

3.2.3. Composição química

O estudo da composição química da madeira das amostras de *Quercus cerris* foi realizado de acordo com os métodos standard Tappi. A partir dos provetes preparados para a durabilidade, foram recolhidas 12 amostras, 6 provetes do local Blinaja (5 árvores + 1 análise ao nível da altura) e 6 provetes de Dubožak (4 árvores + 2 análises ao nível da altura).

As amostras de cerne foram moídas num moinho de facas INOX, modelo SM 2000 MEUCA RETSCH, com uma malha de 1 mm. Seguidamente foram peneiradas num crivo elétrico durante 10 min. Para o estudo da composição química foram recolhidas as amostras com uma fração granulométrica superior a 80 mesh.

Todas as análises químicas foram realizadas em duplicado.

3.2.3.1- Cinzas

O teor de cinzas foi obtido por carbonização da matéria orgânica contida em cerca de 1g de amostra não extratada, de acordo com o método standard Tappi 15 os- 58. A incineração foi feita na mufla a 500°C com 1g de amostra, durante 8 horas. A percentagem de cinzas foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\text{Teor de cinzas} = \frac{\text{Massa das cinzas}}{\text{Massa seca}} \times 100$$

3.2.3.2- Extrativos

O teor de extrativos foi obtido após 3 extrações sucessivas de 4g de serradura (figura nº5). Para estas extrações utilizou-se 3 solventes de polaridades diferentes: diclorometano (apolar), etanol (polar) e água (muito polar). Cada um com um período de duração de respetivamente 6horas, 16horas e 16 horas. O conjunto de procedimentos foram seguidos de acordo com a adaptação do método standard Tappi T 204 um 88.

3.2.3.3- Lenhina

Este método foi adaptado segundo o método standard Tappi 13m -54. O teor de lenhina Klason obteve-se através da determinação gravimétrica do resíduo submetido a uma hidrólise da fração polisacarídica de 0,3g de amostra livre de extrativos, com ácido sulfúrico a 72%. O resíduo insolúvel que foi devidamente hidrolisado e filtrado em cadinhos filtrantes G3 corresponde à lenhina de Klason. Para efeitos de cálculo da % de Lenhina Klason foi utilizada a fórmula seguinte:

$$\% \text{ Lenhina Klason} = \frac{\text{Peso do resíduo}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

A lenhina solúvel em ácido foi determinada através da absorção no ultravioleta (200-208 nm) do filtrado resultante da determinação da lenhina Klason. Os procedimentos resultaram de uma adaptação do método standard Tappi: um 250. O teor de lenhina solúvel foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:7

$$\text{Lenhina solúvel} = \frac{A \times V_i \times f}{\varepsilon \times m} \times 100$$

Sendo:

A- Valor da absorvância da lenhina no UV a 205nm

V_i - Volume inicial (250ml)

f- Factor diluição (10)

ε - Absortividade molar da lenhina ($110\text{lg}^{-1}\text{cm}^{-1}$)

m- *Peso seco* (mg)

3.2.3.4- Polissacáridos

A composição e quantificação dos açúcares estruturais, correspondente à celulose e às hemiceluloses, foi determinada por HPLC dos monómeros correspondentes nos hidrolisados obtidos da quantificação da lenhina.

3.2.3.5- Caracterização de extratos etanol-água

Foram pesados 0.5 g de amostra seca e adicionou-se 20 ml da solução etanol/água 1:1. As amostras foram submetidas ao ultra-som a 40°C durante 1 hora. Após este tratamento, as amostras foram filtradas em G3 e aferidos os volumes a 50 ml. O filtrado foi conservado no frigorífico e utilizado para a determinação dos bioativos.

3.2.3.5.1- Determinação de fenóis totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais presentes nas amostras foi realizada através do ensaio colorimétrico de Folin-Ciocalteu. A 100 µl de cada amostra foram adicionados 4 ml do reagente Folin- Ciocalteu 1/10 (v/v). Após 5 min foram adicionados 4 ml de Na₂CO₃. Esta solução foi vigorosamente agitada e colocada em banho-maria a 45°C durante 15 min. A absorvância foi lida no espectrofotômetro a 765nm, contra água. A curva de calibração foi preparada com a solução de ácido gálico (0.6g/L) e água. Os resultados obtidos foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por grama de extrato.

3.2.3.5.2- Determinação de taninos condensados

A quantificação dos taninos condensados foi por espectrofotometria UV-Visível a 500nm, utilizando-se a reta de calibração de catequina em metanol (1000ppm). Foi colocado nos tubos de ensaio 1ml de cada amostra juntamente com 2.5ml de vanilina e 2.5ml ácido sulfúrico. Após 15min foi adicionado 4ml de metanol e agitou-se no vórtex. A absorvância de cada amostra foi lida no espectrofotômetro a 500nm, contra metanol. A curva padrão foi preparada com catequina (1000ppm) e metanol. Os resultados obtidos foram expressos em mg de equivalentes de catequina por grama de extrato.

3.2.3.5.3- Determinação de taninos hidrolisáveis

Para a determinação dos taninos hidrolisáveis utilizou-se o método melhorado de Willis and Allen (1998). A cada 1ml de amostra foi adicionado 5ml da solução de iodeto de potássio, KIO_3 , (2.5% w/v) previamente aquecida em banho-maria a 30°C. Ao fim de dois minutos a solução foi vigorosamente agitada e lida a absorvância no espectrofotômetro a 550nm, contra água destilada. A curva padrão foi preparada com a solução padrão de ácido tânico (500ppm) e água destilada. Os resultados obtidos foram expressos em mg de equivalentes de catequina por grama de extrato.

3.2.3.5.4- Determinação de flavonoides

Para a quantificação do teor de flavonóides totais por espectrofotometria UV-Visível a 510nm (medida da absorvância, a 510 nm, do complexo AlCl_3 -flavonoide), utilizando-se a reta de calibração de catequina em metanol (1000ppm). Adicionou-se a 1ml de amostra 4ml de água destilada e 0.3ml de nitrito de sódio, NaNO_2 . A solução foi guardada ao abrigo da luz durante 5 minutos. De seguida adicionou-se 0,3ml de cloreto de alumínio, AlCl_3 . Após 6 min., foi adicionado 2 ml de hidróxido de sódio, NaOH , 2.4 ml de água destilada e agitou-se vigorosamente no vortex. A leitura da absorvância foi feita no espectrofotômetro a 510nm contra metanol. A curva de calibração foi preparada com a solução de catequina (100 ppm) e metanol. Os resultados obtidos foram expressos em mg de equivalentes de catequina por grama de extrato.

3.2.4- Análise estatística

Para avaliar a existência de diferenças significativas entre os valores médios obtidos por local, para um determinado parâmetro, foi efectuado o teste de comparação de médias, o teste de hipótese de student, que analisa a diferença estatística entre duas amostras independentes. Na análise estatística dos dados foi utilizado o software de estatística “Scientific Statistical software SigmaStat® for Windows Version 2.0, from Jandel Corporation”

4-Resultados e Discussão

4.1-Área de cerne

O cerne de *Quercus cerris* apresenta uma cor castanha avermelhada que se distingue bem do borne que é castanho mais claro. Em secção transversal do tronco, o cerne apresenta em geral um contorno regular, acompanhando os anéis de crescimento. As árvores de *Q. cerris* que foram estudadas apresentaram todas formação de cerne. A caracterização do desenvolvimento do cerne e borne foi feita através dos valores médios e os respetivos desvios padrão das áreas totais (xilema), da área do cerne e borne, da razão entre as áreas de cerne:borne e da largura do borne, a 6 níveis de altura das árvores de *Quercus cerris* de dois locais, Blinaja e Duboçak, como se apresenta nos Quadro 4 e 5. No Quadros 6 são apresentadas as percentagens de cerne e borne em relação à área seccional total (sem casca) a diferentes alturas para as árvores para os dois locais.

Quadro 4: Áreas de borne e cerne e área seccional total, razão de áreas cerne:borne e largura de borne a diferentes alturas para as árvores de *Quercus cerris* em Blinaja. Média e desvio padrão de 5 árvores.

Nível (m)	Área (mm ²)				Largura borne
	Total (sem casca)	Cerne	Borne	Cerne/borne	(mm)
Base	75686,2 (12274,1)	40018,5 (8832,3)	35667,6 (5419,1)	1,13 (0,45)	42,54 (5,4)
1,3	46989,3 (7514,4)	27059,1 (6042,3)	19930,2 (2621,4)	1,37 (0,41)	29,66 (3,6)
3,3	40722,7 (5948,7)	22380,2 (5265,9)	18482,5 (2216,4)	1,22 (0,27)	29,71 (3,9)
5,3	37142,9 (6583,8)	19177,7 (5173,6)	17965,2 (2716,7)	1,08 (0,33)	30,85 (4,6)
7,3	33333,5 (6662,8)	16313,4 (5053,2)	17020,1 (2566,6)	0,96 (0,47)	31,28 (4,4)
9,3	29593,5 (6143,5)	13233,1 (4975,8)	16360,5 (2133,2)	0,81 (0,40)	32,74 (5,1)

Quadro 5: Áreas de borne e cerne e área seccional total, razão de áreas cerne:borne e largura de borne a diferentes alturas para as árvores de *Quercus cerris* em Duboçak. Média e desvio padrão de 5 árvores.

Nível (m)	Área (mm ²)			Largura borne	
	Total (sem casca)	Cerne	Borne	Cerne/borne	(mm)
Base	51126,3 (18164,7)	20482,3 (7555,2)	30643,9 (12459,7)	0,72 (0,62)	46,27 (13,3)
1,3	33379,7 (8646,3)	14192,8 (3511,1)	19186,8 (6402,1)	0,79 (0,48)	35,62 (8,7)
3,3	28117,8 (7721,0)	12066,0 (2556,3)	16051,8 (6348,2)	0,84 (0,39)	32,29 (9,6)
5,3	23403,9 (7390,6)	9456,7 (3089,3)	13947,2 (5894,5)	0,77 (0,28)	31,6 (10,2)
7,3	19688,3 (6615,2)	7067,0 (2148,7)	12621,4 (5666,9)	0,64 (0,29)	34,43 (10,1)
9,3	15589,7 (6445,6)	3839,9 (1682,4)	11749,8 (5769,1)	0,37 (0,28)	35,05 (11,2)

Quadro 6: Percentagem de cerne e borne em relação à área seccional total (sem casca) a diferentes alturas para as árvores de *Quercus cerris* nos locais KB e KD. Média e desvio padrão de 5 árvores.

Nível (m)	% (local KB)		% (local KD)	
	Cerne	Borne	Cerne	Borne
Base	52,49 (5,94)	47,51 (5,94)	40,73 (8,6)	59,27 (8,6)
1,3	57,21 (5,68)	42,79 (5,68)	43,20 (7,8)	56,80 (7,8)
3,3	54,44 (6,57)	45,56 (6,57)	43,92 (9,8)	56,08 (9,8)
5,3	51,16 (6,93)	48,84 (6,93)	41,10 (11,8)	58,90 (11,8)
7,3	48,07 (7,72)	53,40 (6,84)	37,02 (11,5)	62,98 (11,5)
9,3	43,59 (9,31)	55,01 (10,32)	25,63 (11,9)	74,37 (11,9)

Verificou-se, independentemente do nível da altura da árvore, que os valores mais elevados de área de cerne estão associados às árvores do povoamento de Blinaja (27059,1 mm² a 1,30 m de altura da árvore) e os valores mais baixos às árvores do povoamento de Duboçak (14192,8 mm² a 1,30 m de altura da árvore), tendo sido estatisticamente significativa a diferença entre os valores médios da área de cerne ao nível 1,3m de altura, das árvores dos dois locais ($P = 0,002$). Os valores médios da percentagem da área de cerne em relação à área seccional total, medidos ao nível de 1,3m de altura foram de 57,21% nas árvores de Blinaja, e 43,20% nas árvores de Duboçak. Esta diferença pode ser explicada pela idade das árvores e pelo diâmetro das árvores. O crescimento das árvores em diâmetro (a 1,30m de altura) foi diferente entre as árvores dos dois locais, tendo sido registado valores mais elevados nas árvores do

povoamento de Blinaja (KB). A análise estatística indicou que existe diferença estatística ($P < 0,001$) entre o diâmetro das árvores a 1,30m dos dois locais.

Verificou-se para as árvores de ambos os locais a existência de uma correlação positiva significativa ($R^2 = 0.84$; $P < 0,005$) entre o diâmetro de cerne e o diâmetro total sem casca (Figura 13). O diâmetro da árvore parece influenciar o desenvolvimento relativo do cerne, quanto maior o crescimento da árvore traduzido pelo seu diâmetro, maior será a do cerne e pode ser expresso pela seguinte regressão $D_{\text{cerne}} = 0,7231 D_{\text{total}} - 20,894$ ($R^2 = 0.849$).

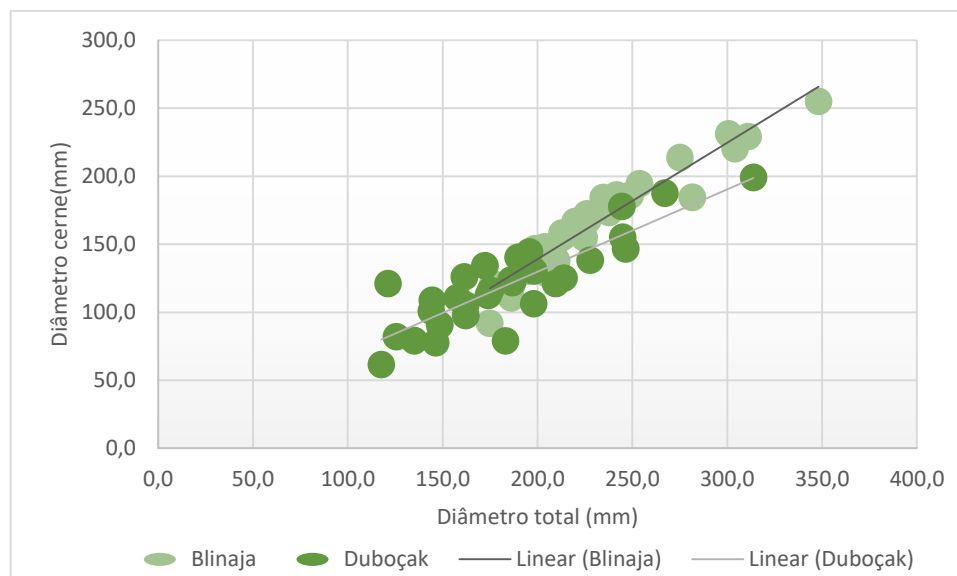


Figura 13: Variação do diâmetro do cerne com o diâmetro total (sem casca) para todos os níveis de altura das árvores dos dois locais

Estes resultados estão de acordo com os valores citados por outros autores para outras espécies. Knapic (2006) na *Acacia melanoxylon* R. Br verificou uma correlação positiva entre o crescimento do diâmetro total e o diâmetro do cerne, e uma percentagem média de cerne. Wilkins (1991), que estudou a variação de cerne na espécie *E. grandis* com 9,5 anos sujeita a diferentes tratamentos silviculturais, verificou que a área de cerne era maior em árvores com maiores crescimentos. Harris (1954) em *Pinus radiata*, e Woest (2002) na nogueira negra (*Junglans nigra*), também verificaram que os melhores locais promoviam maiores crescimentos em diâmetro de que resultavam maiores proporções de cerne. Sousa *et al.* (2013) obtiveram resultados semelhantes para árvores de *Quercus faginea*.

Na árvore, observou-se uma variação longitudinal negativa da área de cerne, da base para o topo da árvore. A área de cerne observada ao nível da base foi 3,0 a 5,3 vezes maior que a área observada a 9.3 m da altura total, respetivamente, nas árvores de Blinaja e Duboçak. Na Figura 14 apresentam-se os valores médios, ao longo do tronco,

da área de cerne das árvores dos dois locais. Sousa *et al.* (2013) referem também para árvores de *Quercus faginea*, com idades compreendidas entre 34 e 60 anos e 112 e 150 anos, um decréscimo da percentagem da área de cerne na rodela da base das árvores para o topo, respetivamente, 37,1 % ao nível da base e 11,3 % a 5,6 m de altura e 67.9 % ao nível da base e 45,6% ao nível 9,7 m de altura

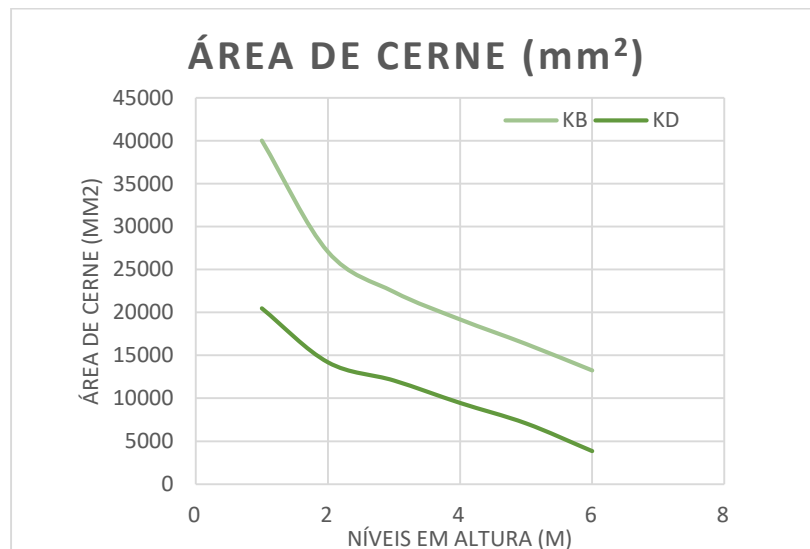


Figura 14: Variação da área de cerne (mm²) de *Quercus cerris* nos diferentes níveis de altura do tronco nos dois locais

A área de borne também decresceu gradualmente com altura da árvore. A taxa de decréscimo em altura foi, contudo menor, para a área de borne do que para a área de cerne. No local Blinaja a área de borne foi ao nível da base de 35667,6 mm² e 16360,5 mm² a 9,3 m de altura (2.2 vezes) e no local Dubočak a área de borne diminui de 30643,9 mm² para 11749,8 mm² (2.6 vezes). A Figura 15 mostra graficamente a taxa de decréscimo médio das áreas de borne, com a altura da árvore para os dois locais.

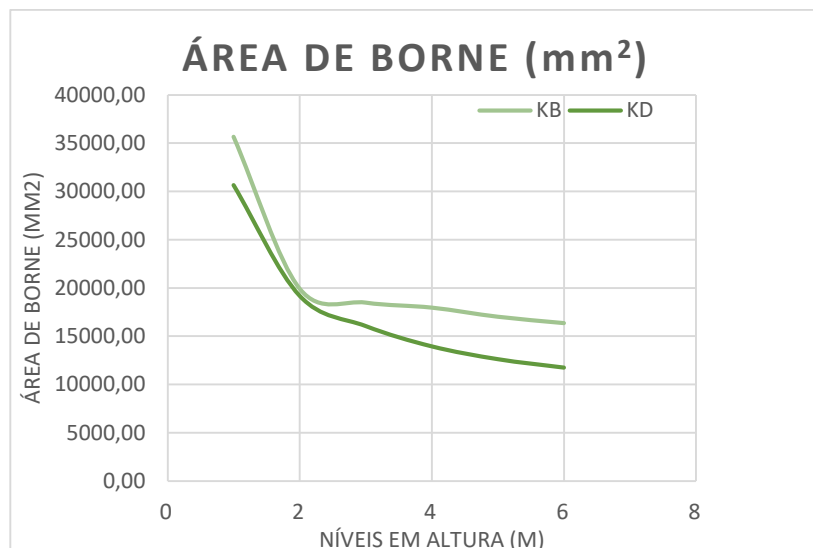


Figura 15: Variação da área de borne (mm²) de *Quercus cerris* nos diferentes níveis de altura nos dois locais.

Considerando a proporção de áreas de cerne e borne (cerne:borne) verifica-se que, para cada local, e ao longo da árvore, ocorre uma progressiva diminuição. No entanto nas árvores de Blinaja da base até ao nível 5,3 m de altura a área de cerne é sempre superior à área de borne e a partir deste nível verifica-se o inverso, enquanto nas árvores de Duboçak a área de borne foi sempre superior à área de cerne.

Em todas as árvores, dos dois locais, a espessura do borne ao longo do tronco apresentou sempre valores da mesma ordem de grandeza. A espessura média de borne foi, respetivamente, 32,7 mm nas árvores de Blinaja e 35,6 mm nas árvores de Duboçak.

Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com os valores citados por outros autores para outras espécies. Sousa *et al.* (2013) em *Quercus faginea*, verificaram também que a espessura de borne foi relativamente constante ao longo do tronco variando entre 47,6 e 37,2 mm (local 1) e 31,2 e 23,1 mm (local 2). Oliveira (2003), estudou a produção de cerne e borne de *Eucalyptus globulus* sujeitos a diferentes parâmetros de produção e verificou que a área de cerne aumenta com o compasso e com a qualidade da estação florestal, e que a largura de borne se mantém constante em altura e independente das condições de crescimento. Pinto *et al.* (2003) estudaram a madeira de pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Ait) e concluíram que o cerne aumenta com a idade da árvore e que existe uma maior variabilidade da área de cerne que da área de borne, quer entre árvores quer entre povoamentos.

As Figura 16 e 17 mostram o perfil vertical do tronco e do raio do cerne para os dois locais. O raio do cerne decresce continuamente da base até ao topo, acompanhando o perfil do tronco, mantendo constante a espessura de borne ao longo da árvore.

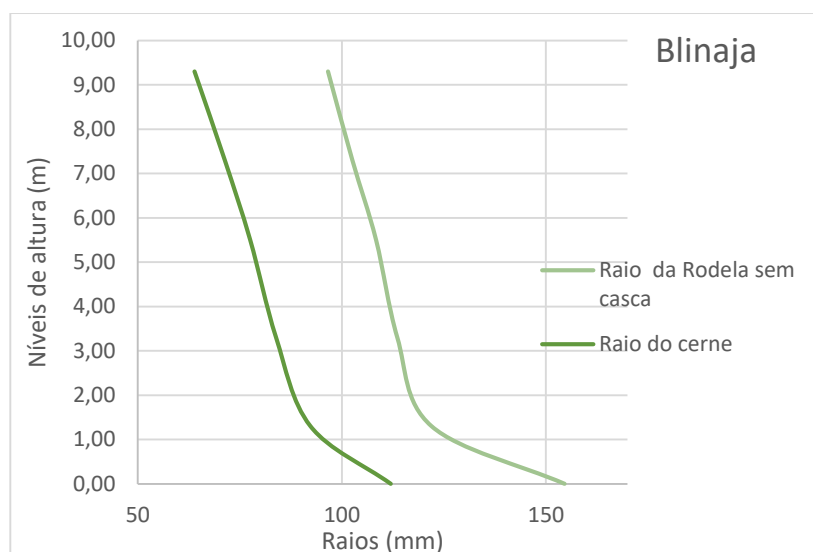


Figura 16: Perfil do tronco para a média das árvores de Blinaja.

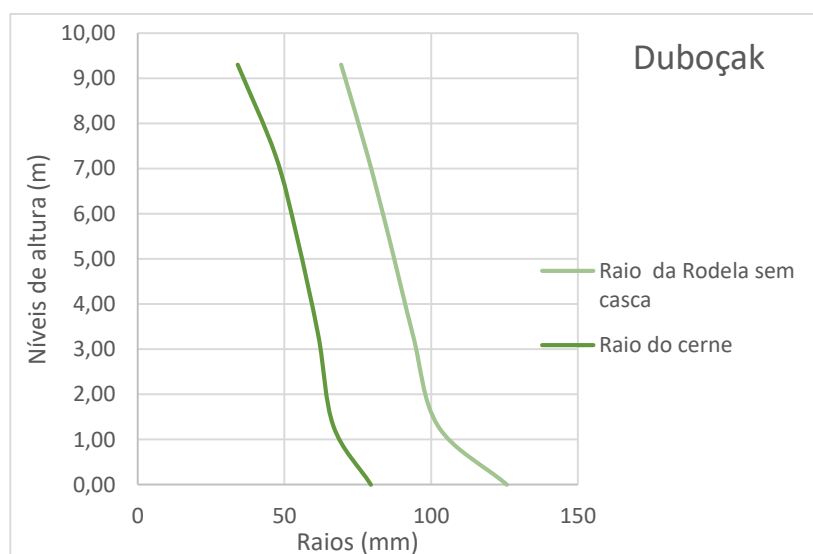


Figura 17: Perfil do tronco para a média das árvores de Duboçak.

4.2-Casca de *Quercus cerris*

A casca das árvores de *Q. cerris* é persistente, acinzentada, rugosa e fendilhada. A casca de *Q. cerris* é constituída pelo floema, periderme e ritidoma, contendo este uma proporção apreciável de cortiça, que se encontra localizada em camadas descontínuas axial e tangencialmente (Figura 18.)



Figura 18: Rodela de *Quercus cerris* o nível 9,3m em altura.

Nos Quadros 7 e 8 são apresentados os valores relativos à espessura total da casca (mm) de floema e de ritidoma e teor médio em casca, em percentagem da área total com casca, registados a diferentes alturas das árvores de Blinaja e Dubočak.

Quadro 7: Variações da área total da rodela, da área e largura da casca, e da % do ritidoma e do floema na área da casca, a diferentes alturas para as árvores de *Quercus cerris* em Blinaja. Média e desvio padrão de 5 árvores

	% (na área total com casca)		Largura (mm)	
Nível (m)	Casca	Casca	Ritidoma	Floema
Base	16,82 (2,97)	14,4 (2,2)	7,6 (1,1)	6,8 (1,1)
1,3	14,41 (1,03)	10 (1,8)	4,9 (0,7)	4,58 (0,3)
3,3	14,05 (0,87)	8,9 (1,1)	4,1 (0,2)	4,58 (0,5)
5,3	14,13 (0,42)	8,6 (1,0)	3,7 (0,5)	4,61 (0,4)
7,3	14,37 (0,44)	8,2 (0,9)	3,3 (0,5)	4,7 (0,1)
9,3	14,56 (1,03)	7,9 (1,2)	3,1 (0,7)	4,6 (0,5)

Quadro 8: Variações da área total da rodela, da área e largura da casca, e da % do ritidoma e do floema na área da casca, a diferentes alturas para as árvores de *Quercus cerris* em Duboçak. Média e desvio padrão de 5 árvores

Nível (m)	% (na área total com casca)		Largura (mm)	
	Casca	Casca	Ritidoma	Floema
Base	18,15 (2,39)	13,21 (2,58)	6,6 (1,70)	6,6 (1,098)
1,3	16,25 (1,15)	9,55 (0,81)	4,4 (0,67)	5,18 (0,59)
3,3	16,85 (1,11)	9,02 (0,77)	4,0 (0,75)	5,0 (0,39)
5,3	18,11 (1,45)	8,91 (0,56)	4,0 (0,94)	4,9 (0,42)
7,3	18,75 (1,56)	8,53 (1,13)	3,7 (0,86)	4,8 (0,38)
9,3	20,13 (1,13)	8,03 (1,30)	3,3 (0,71)	4,7 (0,60)

A espessura média de casca a 1,3 m de altura foi de 9.6 mm. A espessura média de casca das árvores dos dois locais diminuiu da base para o topo: 13.8 mm na base e 7.9 mm a 9.3 m de altura. As Figuras 19 e 20 mostram graficamente a variação da média da espessura e da percentagem da casca nas árvores em ambos os locais.

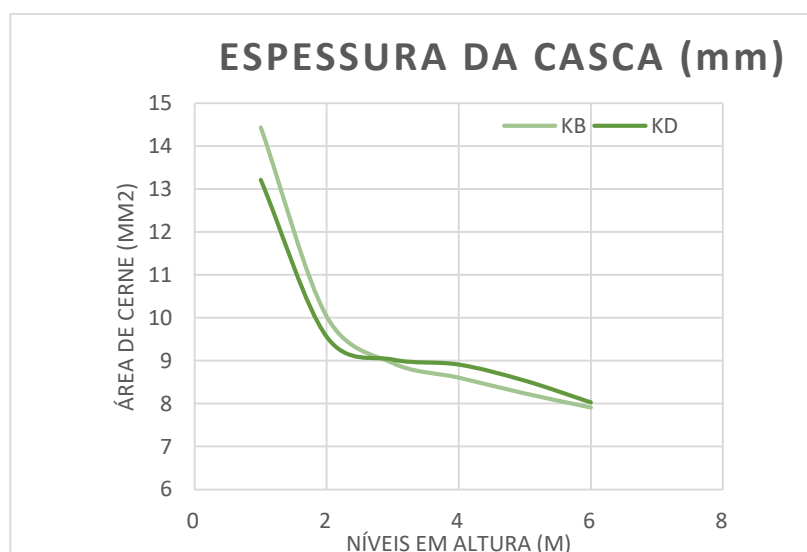


Figura 19: Variação da espessura da casca (m) em altura para as árvores de *Quercus cerris* nos dois locais.

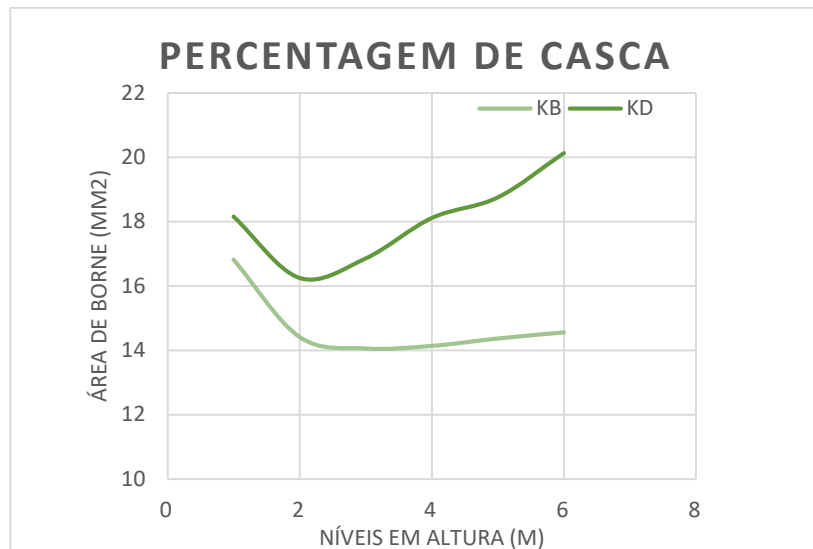


Figura 20: Variação da percentagem da casca em altura para as árvores de *Quercus cerris* nos dois locais.

O teor médio em casca nas árvores de *Q. cerris*, em percentagem da área total com casca, foi de 14,2% para as árvores de Blinaja, e 17,8 % para as árvores de Dubozak. O teor médio em casca diminuiu progressivamente da base até à região intermédia do tronco, seguida de um aumento em direção ao topo.

Nas árvores de Blinaja a percentagem de floema presente na casca de *Q. cerris* variou entre 46,6% (ao nível da base) e 59,3% (ao nível 9,3m de altura) e nas árvores de Dubozak a percentagem de floema variou entre 50,6% (ao nível da base) e 58,3% (ao nível 9,3m de altura).

O valor médio observado nas árvores em estudo para a espessura de casca (9,6 mm) e para a proporção de ritidoma foram inferiores aos observados para a casca da mesma espécie (*Q. cerris*) proveniente da Turquia por Sen *et al.* (2011) (espessura entre 5-7 cm com ritidoma largo).

O Quadros 9 apresenta os valores relativos à percentagem média de ritidoma e floema na área da casca, registados a diferentes alturas nas árvores de Blinaja e Dubozak.

Quadro 9: Percentagem de casca, de ritidoma e floema (em relação à área da casca) a diferentes alturas para as árvores de *Quercus cerris* nos locais KB e KD. Média e desvio padrão de 5 árvores

Nível (m)	% (local KB)		% (local KD)	
	Ritidoma (na área da casca)	Floema (na área da casca)	Ritidoma (na área da casca)	Floema (na área da casca)
Base	53,54 (3,23)	46,46 (3,23)	49,43 (5,98)	50,56 (5,98)
1,3	52,81 (4,17)	47,19 (4,17)	46,65 (5,14)	53,35 (5,14)
3,3	47,82 (3,93)	52,18 (3,93)	45,57 (5,94)	54,43 (5,94)
5,3	43,52 (5,90)	56,48 (5,90)	46,02 (8,35)	53,98 (8,35)
7,3	41,07 (4,38)	58,93 (4,38)	43,92 (5,70)	56,08 (5,70)
9,3	40,64 (5,44)	59,36 (5,44)	41,73 (2,70)	58,27 (2,70)

Em síntese:

Verificou-se que os valores médios mais elevados de área de cerne estão associados às árvores do povoamento Blinaja (KB), os valores mais baixos associados às árvores de Dubočak com diferenças com significado estatístico.

Verificou-se uma correlação positiva significativa entre o diâmetro do cerne e o diâmetro da árvore.

A largura de borne apresentou-se praticamente constante ao longo do fuste representando um valor médio de 33 mm.

A espessura média de casca (a 1,3 m de altura) foi de 9,6 mm, verificando-se um padrão de variação axial de espessura de casca diminuindo da base para o topo.

O teor médio de casca (em % da área total com casca) foi de 14,2 % para as árvores de Blinaj e 16,3 % para as árvores de Dubocak.

Nas árvores de Blinaj e Dubocak a percentagem de floema presente na casca foi de cerca 50 %

4.3-Composição química

Realizou-se o estudo da composição química do cerne das árvores de *Q. cerris* provenientes de dois locais (Quadro 10).

A madeira de cerne de *Q. cerris* apresentou em média a seguinte composição: cinzas 0,93%, substâncias extratáveis totais 6,7 % e lenhina total 26,4%. Os extrativos são constituídos principalmente por compostos polares extraídos pelo etanol e pela água (5,7% da madeira de cerne), correspondendo a 85% dos extrativos totais

nomeadamente fenóis e polifenóis que, em conjunto, representam cerca de 17% do total de extrativos (Quadro 9). Os compostos não polares solubilizados com diclorometano representam menos de 2% da madeira de cerne (15% dos extrativos totais).

Estes valores da composição química da madeira de cerne de *Quercus cerris* observam-se dentro dos limites referenciados para diferentes espécies de folhosas. Para a madeira de cerne de *Quercus faginea* Sousa *et al.* (2009) referem a seguinte composição química: extrativos totais entre 18,8-19,3%, e lenhina total 22,6-23,7% enquanto Salazar e Pérez (1998) para a madeira de cerne 5 espécies de carvalho (*Quercus affinis*, *Q. crassifolia*, *Q. glabrescens*, *Q. mexicana* e *Q. laurina*) referem valores de lenhina entre 18,37 e 21,64%, extratos em etanol-benzeno entre 0,87% e 1,38%. Carmona (2009) para a madeira de carvalho francês (*Quercus robur*) refere teores de extrativos totais entre 14,83 % e 15,68% (onde os extrativos em etanol e água representam cerca de 93 % dos extrativos totais).

Da comparação entre locais, a análise de variância indicou não existir diferença significativa entre os valores médios do teor de extrativos totais ($P = 0,415$) e teor de lenhina total ($P = 0,820$).

A composição química dos monossacáridos obtidos por hidrólise ácida dos polissacáridos, em percentagem do total de monossacáridos, mostra que a glucose é o açúcar principal, correspondendo a cerca de 60,7% do total dos monossacáridos presentes. O segundo açúcar observado mais importante foi a xilose com um valor de 32,2%, o que significa que as hemiceluloses são predominantemente xilanas. A composição monomérica dos polissacáridos é semelhante à encontrada para outras madeiras de carvalhos em termos de predominância de glucose seguida de xilose. Para a madeira da espécie *Quercus faginea*, Sousa *et al.* (2009) referem valores de glucose e xilose em 59,9 % e 30,3 % do total dos monómeros, respetivamente.

Quadro 10: Composição química média das amostras de cerne de *Quercus cerris* (% em peso seco) e composição monomérica dos polissacáridos em Blinaja e Duboçak. Média de 2 amostras por árvore.

AMOSTRAS	BLINAJA	DUBOÇAK
Cinzas (% de cerne)	0,88 (0,21)	0,97 (0,26)
Extrativos (%de cerne)		
Diclorometano	1,02 (0,21)	1,01 (0,17)
Etanol	2,12 (0,41)	2,65 (0,86)
Água	3,29 (1,06)	3,33 (0,86)
Total	6,43 (1,33)	6,99 (0,94)
Lenhina (%de cerne)		
Lenhina Klason	23,23 (1,36)	24,00 (1,41)
Lenhina Solúvel	3,05 (0,30)	2,45 (0,24)
Total	26,27 (1,32)	26,45 (1,28)
Monossacáridos (% do total dos açúcares)		
Ramnose	7,67 (1,59)	6,93 (0,87)
Arabinose	14,77 (1,29)	13,07 (1,27)
Galactose	19,43 (11,42)	18,53 (6,37)
Glucose	510,50 (55,25)	569,43 (35,31)
Xilose	286,87 (6,93)	282,37 (9,81)
Manose	25,83 (14,89)	19,07 (14,02)
Ac. galacturónico	17,93 (1,16)	16,23 (0,92)
Ac. acético	2,13 (0,06)	1,97 (0,15)

O Quadro 11 apresenta a composição média dos compostos presentes nos extratos em etanol e água da fração de cerne das árvores de *Quercus cerris* dos dois locais, assim como a respetiva atividade antioxidante.

O teor de polifenóis totais expressos em ácido gálico equivalente por grama de extrato foi de 338,77 mg GA e 282,22mg GA, respetivamente no cerne das árvores de Blinaja e Duboçak (7,5 e 5,8 mg fenóis totais /g de madeira de cerne, respetivamente no cerne das árvores de Blinaja e Duboçak). Os teores médios de taninos e flavonóides observados nos extratos de cerne das árvores dos dois locais foram, respetivamente entre 4 - 12% dos fenóis totais (taninos 12,34 mg e 38,9 catequina equivalentes por extrato) e 19,8 – 21,5% dos fenóis totais (flavonoides 61,23 e 67,43 mg catequina equivalentes por g de extrato. Não foram quantificados taninos hidrolisáveis na madeira de cerne da espécie *Q. cerris*..

Quando comparada com a madeira de cerne de outros carvalhos, normalmente utilizadas em tanoaria, onde são referidos valores elevados de taninos hidrolisáveis e a não existência de taninos condensados, a madeira de cerne de *Q. cerris* apresentou na sua composição taninos condensados e flavonóides, não tendo sido quantificado taninos hidrolizáveis. Lavisci e Scalbert (1991) para a madeira de *Q. cerris* (da Turquia) referem teores de polifenóis de 3 – 4 mg /g de madeira cerne principalmente compostos por taninos condensados.

Quadro 11: Caracterização média dos extrativos nas amostras de cerne de *Quercus cerris*. Média de 2 amostras por árvore.

AMOSTRAS	BLINAJA	DUBOÇAK
Extrato (%)		
Fenóis (mg GAE/g de extrato)	2,22 (1,29)	2,07 (1,00)
Taninos condensados (mg CE/g de extracto)	338,77 (152,83)	284,22 (97,88)
Flavonoides (mg CE/g de extracto)	38,9 (26,07)	12,34 (6,00)
	67,43 (45,31)	61,23 (24,02)

Em síntese:

Considerando a distribuição dos extrativos totais por solvente, verificou-se que os extrativos mais polares (etanol e água) constituem a maior parte dos extrativos totais;

Na composição dos polissacáridos os açúcares predominantes são a glucose e a xilose;

Da análise dos resultados não houve influência do local na composição química sumativa;

Os extratos em etanol e água da madeira de cerne são compostos principalmente por taninos condensados e flavonóides.

4.4-Durabilidade ao ataque de térmitas subterrâneas

A avaliação da resistência (durabilidade natural) da madeira de cerne de *Quercus cerris* proveniente de 2 locais, ao ataque por térmitas subterrâneas, foi realizada segundo a norma NP EN 350-2016 – *Durabilidade da madeira e de produtos derivados- Ensaio e classificação da durabilidade da madeira e dos materiais derivados face aos agentes biológicos*. Nos Quadros 12 e 13 apresentam-se as taxas de sobrevivência e os graus de ataque correspondentes, por provete de cerne de *Quercus cerris*, para os dois locais (Blinaja e Duboçak). O ensaio da durabilidade natural foi considerado válido, uma vez

que para o ensaio testemunho das seis amostras de borne de pinheiro bravo, a taxa de sobrevivência obtida foi 61,86 % (24,62) para um grau de ataque médio 4.

Quadro 12: Resultados do ensaio à durabilidade natural da madeira de *Quercus cerris* em Blinaja.

Blinaja		
ID_provete	% Sobrevivência	Grau de ataque
BI 2-2	65,2 (10,0)	3,4 (0,5)
BII 2-2	67,3 (14,6)	3,7 (0,5)
BIII 1-2	59,3 (19,3)	3,5 (0,5)
BIII 2-2	43,8 (25,2)	3,7 (0,5)
BIII 3-2	55,9 (20,1)	3,5(0,5)
BIV 2-2	38,5 (32,8)	2,8 (0,4)
BV 2-2	33,0 (12,5)	3,0 (0)

Quadro 13: Resultados do ensaio à durabilidade natural da madeira de *Quercus cerris* em Duboçak.

Duboçak		
ID_provete	% Sobrevivência	Grau de ataque
DI 2-3	58,2 (20,5)	3,3 (0,5)
DII 2-2	40,2 (23,6)	3,6 (0,5)
DIII 1-2	43,5 (12,6)	3,2 (0,4)
DIII 2-2	45,9 (14,3)	2,7 (0,5)
DIII 3-2	33,4 (19,2)	3,0 (0)
DIV 2-2	68,3 (8,2)	3,5 (0,5)
DV 2-3	35,2 (21,4)	3,0 (0,7)

O nível de ataque, observado visualmente, foi muito semelhante entre os provetes de cerne ensaiados das árvores de Blinaja e Duboçak, tendo sido no geral de grau “3” (“**ataque moderado**” erosão inferior a 1 mm em mais de 1/10 da área do provete; erosão entre 1 e 3 mm de profundidade numa área inferior a 1/10 do provete; túnel isolado com mais de 3 mm de profundidade não formando cavidades) em 60% dos provetes ensaiados, ou de “4” (“**ataque forte**” erosão em mais de 1/10 da superfície do provete ou ataque com penetração superior a 3 mm conduzindo à formação de cavidades nos provetes) em 33% dos provetes, registando-se apenas dois de “2” (“**ataque ligeiro**” (6% dos provetes).

Nos ensaios realizados com a madeira de cerne proveniente das árvores de Dubočak e Blinaja os resultados foram semelhantes com níveis de ataque de grau “3” e “4” e taxas de sobrevivências médias das térmitas de e 53,22% (22,88) e 45,11% (21,62) respetivamente.

Ao comparar os valores dos níveis de ataque ocorridos nos provetes das árvores de Blinaja com os valores obtidos com os provetes do cerne das árvores de Dubočak verificou-se que não existe diferenças significativas ($P = 0,589$).

Ramos (2009) estudou a durabilidade natural da madeira de *Quercus faginea* e verificou um grau de ataque médio inferior ($1,9 \pm 1,0$) e uma taxa de sobrevivência das térmitas também inferior ($9,7\% \pm 16,2\%$) (segundo a norma EN 350, *medianamente durável*).

Os resultados obtidos quanto à resistência da madeira face ao ataque de térmitas subterrâneas devem ser encarados com reserva, devido ao facto de terem sido utilizadas apenas duas proveniências, sendo que a norma EN 350 (2016) refere a utilização de três proveniências.

Em síntese:

Segundo a norma EN 350 (2016) de classificação da durabilidade natural da madeira, a madeira de cerne de *Quercus cerris* é considerada de classe de durabilidade “**suscetível**” podendo ser descrita como “**não durável**” em que o nível de ataque foi de grau 3 e 4.

No entanto, apesar da baixa resistência da madeira de *Quercus cerris*, quando devidamente preparada e submetendo a um tratamento preservador, a probabilidade de ocorrer degradação biológica causada por térmitas subterrâneas poderá vir a ser muito menor. Deverão ser feitos novos ensaios que permitam obter resultados mais conclusivos sobre o tratamento preservador da madeira de *Quercus cerris* para utilização exterior.

Conclusões

A caracterização da madeira e qualidade tecnológica de árvores da espécie *Quercus cerris* provenientes de duas regiões do Kosovo na classe de idades de 70 a 80 anos permitiu obter as seguintes conclusões:

- As árvores dos dois locais mostraram a formação de cerne e verificou-se uma correlação positiva significativa entre o diâmetro de cerne e o diâmetro total das árvores, indicando que quanto maior for o crescimento da árvore, traduzido pelo seu diâmetro, maior será o diâmetro do cerne. Na árvore, observou-se uma variação longitudinal negativa da área de cerne da base para o topo da árvore.
- A largura de borne apresenta-se praticamente constante ao longo do fuste com um valor médio de 33 mm
- A espessura média de casca (a 1,3 m de altura) foi de 9,6 mm, diminuindo em espessura da base para o topo. A percentagem de floema presente na casca foi de cerca 50%.
- A composição química da madeira de cerne de *Quercus cerris* mostra um teor baixo de cinzas e um teor moderado de extrativos totais.
- A composição dos extratos em etanol água da madeira de cerne de *Q. cerris* é caracterizada pela presença de taninos condensados e flavonóides.
- A madeira de cerne de *Q. cerris* caracteriza-se por ser “*não durável*” no que respeita ao ataque de térmitas subterrâneas.

Os resultados sugerem que a resistência biológica das madeiras está relacionada com o teor de extrativos, ou seja, a espécie apresentou um teor de extrativos pouco elevado e menor resistência ao ataque das térmitas.

Face a estes resultados, concluiu-se que, para a utilização da madeira de cerne de *Q. cerris* no exterior, deve-se ter em consideração a sua baixa resistência biológica. Deste modo, é possível a utilização desta madeira no exterior desde que haja uma barreira (material mais resistente) que evite o seu contacto com o solo.

Os resultados obtidos são, em média, inferiores aos apresentados na norma EN 350 (2016) que classifica a espécie *Quercus cerris* como “M” medianamente durável.

5-Bibliografia

Alves, A. M. H. (2004) Caracterização da composição química na madeira de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Aiton) por pirólise analítica. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Azevedo Gomes, M. (1960). Monografia do Parque da Pena. Estudo Dendrológico-Florestal. Grafitécnica. Lisboa

Bartha, S. (2011). Cercatări Privind Factorii De Variație A Calității Lemnului De Cer Din Pădurea Boboștea (Jud. Bihor). Rezumatul tezei de doctorat. Universitatea Transilvania Din Brașov.

Brus, D.J., G.M. Hengeveld, D.J.J. Walvoort, P.W. Goedhart, A.H. Heidema, G.J. Nabuurs, Gunia, K. (2011) Statistical mapping of tree species over Europe. European Journal of Forest Research 131 (1): 145–157.

Caldeira, B. (2004) Caraterização das propriedades físico-mecânicas e determinação da percentagem de cerne da madeira de *Tectona grandis*. Relatório de fim de curso, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Carmona C.P. (2010) Variação do teor de extrativos e lenhina Klason em madeiras de Castanheiro e Carvalho que serviram de base para o envelhecimento de aguardentes vínicas. Tese de Mestrado em Tecnologia e Sustentabilidade dos Sistemas Florestais. Escola Superior Agraria do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Carvalho, A. (1996) Madeiras Portuguesas. Estrutura anatómica, Propriedades e Utilizações. Vol. I. Direcção-Geral das Florestas. Lisboa

Carvalho, A. (1997) Madeiras Portuguesas. Estrutura anatómica, Propriedades e Utilizações. Vol. II. Direcção-Geral das Florestas. Lisboa

Corassa, J; Pires, E.; Neto, V.; Tariga, T. (2014) Térmitas associados à degradação de cinco espécies florestais em campo de apodrecimento. *Floresta e Ambiente*, 21(1):78-84, Brasil.

Coutinho, J. S. (1999) *Madeiras, Materiais de construção 1*, Porto.

Cruz, H; Nunes, L. (2012) Madeira. In *Ciência e Engenharia de Materiais de Construção*. M.C. Gonçalves, F. Margarido (eds.), ISTPress, Lisboa. 31pp.

Cruz, H.; Jones, D.; Nunes, L. (2015) Wood. *In Materials for Construction and Civil Engineering*. M.C. Gonçalves, F. Margarido (eds.), Springer International Publishing Switzerland. Pp 557-583.

EN 117 (2005) Wood preservatives. Determination of toxic values against *Reticulitermes* species. (European termites) (Laboratory method). European Committee for Standardization (CEN), Brussels.

EN 335 (2013) Durability of wood and wood-based products – Use classes: definitions, application to solid wood and wood-based products. European Committee for Standardization (CEN), Brussels.

EN 350 (2016) Durability of wood and wood-based products – Testing and classification of the durability to biological agents of wood and wood-based materials. European Committee for Standardization (CEN), Brussels.

Esau K. (1974) *Anatomia das Plantas com Sementes*. Editora Edgard Blucher Lda., S. Paulo.

Gilman, E. F. (2006) *Quercus cerris*: Turkey Oak- A description. ENH-702, Environmental Horticulture Department, UF/IFAS.

Inventário Florestal Nacional (IFN6) Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. ICNF, 2013.

Kasaplıgil, B. (1981). Past and present oaks of Turkey. *Phytologia* 49, 95-146.

Knapic, S.; Tavares, F.; Pereira, H. (2006) Heartwood and sapwood variation in *Acacia melanoxylon* R. Br. Trees in Portugal. *Forestry*, Vol. 79, No. 4, 371-380.

La Marca, O., Totolo, M., Uzielli, L., Zanuttini, R. (1983). Possibilità di impiego del legname di cerro (*Quercus cerris* L.) in Italia. Indagini preliminari su alcuni popolamenti e prove sperimentali per l'industria dei compensati. *L'Italia Florestale e Montana* 1, 33-62.

Lavisci, P., Scalbert, A. (1991). Quality of Turkey Oak (*Quercus cerris* L.) Wood I. Soluble and Insoluble Proanthocyanidins. *Holzforschung* 45 (4), 291-296.

Lo Monaco, A., Todaro, L., Sarlatto, M., Spina, R., Calienno, L., Picchio, R. (2011). Effect of moisture on physical parameters of timber from Turkey oak (*Quercus cerris* L.) coppice in Central Italy. *Forestry Studies in China* 13 (4), 276-284.

Mihçioğlu, K. (1942). Türkiye de saçlı meseden mantar istihsaline dair birarastırma. *Orman ve Av* 1, 151–166.

Miranda I., Sousa V., Ferreira J., Pereira H. (2017) Chemical characterization and extractives composition of heartwood and sapwood from *Quercus faginea*. *PLOS-One* (submetido)

Monteiro, C. (2003) Caracterização anatómica e física de *Eucalyptus globulus* Labill. de Segunda rotação Relatório de fim de curso, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Motta, J.; Oliveira, J.; Paes, J.; Alves, R.; Dambroz, V. (2013) Resistência natural da madeira de *Tectona grandis* em ensaio de laboratório. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.43, n.8, p.1393-1398, Brasil.

Nicholls, J. ; Utrilla, P. F.; Hayward, A.; Stone, G. N. (2010) Community impacts of anthropogenic disturbance: natural enemies exploit multiple routes in pursuit of invading herbivore hosts. *BMC Evolutionary Biology*.

Nunes, L; Nobre, T. (2007) A térmita subterrânea *Reticulitermes grassei* em Portugal continental e seu potencial impacto nos Açores. In *Térmitas dos Açores*. Coordenação: P A V Borges e T Myles. Principia, São João do Estoril. pp. 106-111.

Paes, J.; Neto, P.; Lima, C.; Freitas, M.; Diniz, C. (2013) Efeito dos extrativos e cinzas na resistência natural de quatro madeiras a cupins xilófagos. *Cerne*, Lavras, v. 19, n. 3, p. 399-405, Brasil

Pereira, H.; Miranda, I.; Gominho, J.; Tavares, F.; Quilhó, T.; Graça, J. Rodrigues, J. Shatalov, A. Knapic, S. (2010) Qualidade e utilização tecnológica do eucalipto. Centro de Estudos Florestais. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

Pereira, H.; Gominho, J.; A. Knapic, S. (2005) *Cerne e borne - factores de variação da qualidade tecnológica das árvores*. Congresso Florestal Nacional, 5º, Viseu, 2005

Paiva, J. (2007) O carvalho-português na história e na cultura. In SILVA, J.S. (coord.). *Os carvalhais. Um património a conservar*. Col. Árvores e Florestas de Portugal, 02. Luso-Americana para o Desenvolvimento/Público/Liga para a Proteção da Natureza, Lisboa. Pp. 47-53.

Pinto, I.;Pereira, H.; Usenius, A. (2003) Heartwood and sapwood development within maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) stems. *Trees* 284-294.

Ramos, S.I.N. (2009) Caracterização das propriedades mecânicas e durabilidade biológica da madeira de *Quercus faginea*. Tese de mestrado em Engenharia Florestal e dos recursos Naturais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

Ribero, V. (2012) Estudo de compostos bioativos presentes em *Adansonia digitata* e o seu potencial fitoquímico na indústria farmacêutica. Dissertação de mestrado. Universidade Fernando Pessoa. Faculdade de Ciências da Saúde. Porto.

Romanini, A.; Stangerlin, D. M.; Pariz, E.; Souza, A.P.; Gatto, D. A.; Calegari, L.(2014) Durabilidade natural da madeira de quatro espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo. Nativa, Sinop, V 2, n. 01, p. 13-17, Brasil.

Salazar, J.A., Pérez, J.H. (1998) Determinación de componentes químicos de la madera de cinco especies de encino del estado de Puebla. Madera y Bosque 4(2): 79-93.

Şen, A.(2012) Caracterização e fracionamento da casca de *Quercus cerris* para separação da cortiça tendo em vista a sua utilização em aglomerados. Tese de Doutoramento, Universidade técnica de lisboa, Instituto superior de agronomia.

Sen A., Quilhó T, & Pereira H.(2011) Bark anatomy of *Quercus cerris* L. var, cerris from Turkey. Turkish Journal of Botany. 35(1):45-55.

Scheffer, T.C.; J.J. Morrell. Natural durability of wood: a worldwide checklist of species. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Research Contribution 22. Pp 5 11-p. (s/d)

Silva, N. (2015) Estudo da Capacidade Antioxidante de Cogumelos Comestíveis. Dissertação de mestrado. Universidade de Coimbra. Faculdade de Farmácia, Coimbra.

Sousa, V., Cardoso, S., Pereira, H. (2009) Caracterização da composição química da madeira de *Quercus faginea*. 6º Congresso Florestal Nacional – A floresta num mundo globalizado, Outubro de 2009, Ponta Delgada, SPCF, Lisboa.

Sousa, V. (2013) Variabilidade anatómica e da densidade da madeira de *Quercus faginea* em diferentes idades e condições ambientais. Tese para obtenção de grau Doutor, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

Oliveira, S. (2003) Avaliação da produção de cerne e borne em árvores de diferentes ensaios de *Eucalyptus grandis* Labill. Relatório de fim de curso, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

TAAPI Test Methods (1979) Official test methods and provisional test methods, technical association pulp and paper industry, Atlant GA, USA.

TAAPI Test Useful Methods (1991) Official test methods and provisional test methods, technical association pulp and paper industry, Atlant GA, USA.

TAAPI Test Methods (1994-1995) Official test methods and provisional test methods, technical association pulp and paper industry, Atlant GA, USA.

Taylor, A.; Gartner, B. L. ; Morrell J. J. (2002) Heartwood formation and natural durability - A review, Departmente of Wood Science and Engineering, Oregon State University.

Todaro, L. (2010) Effect of steaming treatment on resistance to footprints in Turkey oak wood for flooring. Eur. J. Wood Prod.

Todoro, L.; Dichicco, P.; Moretti, N.; D'Auria, M. (2013) Effect of combined steam and heat treatments on extractives and lignin in sapwood and heartwood Turkey Oak (*Quercus cerris* L.) wood. BioResources 8 (2), 1718-1730.

Tsoumis G. (1991) Science and Technology of wood. Structure, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold. Nova Iorque

<https://www.woodlandtrust.org.uk/visiting-woods/trees-woods-and-wildlife/british-trees/common-non-native-trees/turkey-oak/> Acesso 16/06/2016 16:52h

<https://www.suggest-keywords.com/cmV0aWN1bGl0ZXJtZXMgc2FudG9uZW5zaXM/>
Acesso 9/03/2017 14:44h

<https://sites.google.com/site/ecovirtudes/fauna/termitas> acesso 22/06/2016 22:13h

Anexos

Quadro 14: Resultados do ensaio à durabilidade natural da madeira de *Quercus cerris* em Blinaja.

Blinaja		
ID_provete	% Sobrevivência	Grau de ataque
BI 2-2 1	75,6	3
BI 2-2 2	62	3
BI 2-2 3	66	4
BI 2-2 4	75,4	4
BI 2-2 5	50	3
BI 2-2 6	0,4	2
BII 2-2 1	40	4
BII 2-2 2	74,8	4
BII 2-2 3	74,8	3
BII 2-2 4	81,6	4
BII 2-2 5	65,6	3
BII 2-2 6	66,8	3
BIII 1-2 1	40	3
BIII 1-2 2	76,4	4
BIII 1-2 3	63,6	4
BIII 1-2 5	50	4
BIII 1-2 6	86	3
BIII 1-2 7	39,6	3
BIII 2-2 2	61,20	4
BIII 2-2 3	29,20	4
BIII 2-2 4	50,00	4
BIII 2-2 5	28,80	3
BIII 2-2 6	12,40	3
BIII 2-2 7	81,20	4
BIII 3-2 1	59,6	3
BIII 3-2 2	65,2	4
BIII 3-2 3	76,4	3
BIII 3-2 4	24,4	3
BIII 3-2 6	70,8	4
BIII 3-2 7	39,2	4
BIV 2-2 1	33,2	3
BIV 2-2 3	13,2	3
BIV 2-2 4	28,4	3

BIV 2-2 5	0	2
BIV 2-2 6	75,2	3
BIV 2-2 7	80,8	3
BV 2-2 1	22	3
BV 2-2 2	52	3
BV 2-2 3	32	3
BV 2-2 4	44,4	3
BV 2-2 5	22,4	3
BV 2-2 6	25,2	3

Quadro 15: Resultados do ensaio à durabilidade natural da madeira de *Quercus cerris* em Duboçak.

Duboçak		
ID_provette	% Sobrevivência	Grau de ataque
DI 2-3 1	36	4
DI 2-3 2	70	4
DI 2-3 3	30	3
DI 2-3 4	81,60	3
DI 2-3 5	68,80	3
DI 2-3 6	62,80	3
DII 2-2 1	63,20	4
DII 2-2 3	35,60	4
DII 2-2 4	27,60	3
DII 2-2 5	10	3
DII 2-2 6	64,80	4
DII 2-2 7	0	2
DIII 1-2 1	48,40	4
DIII 1-2 2	22,80	3
DIII 1-2 3	52,40	3
DIII 1-2 4	33,20	3
DIII 1-2 6	50,40	3
DIII 1-2 7	48,40	4
DIII 2-2 1	34,80	2
DIII 2-2 2	37,20	3
DIII 2-2 3	62,80	3
DIII 2-2 4	30,80	3
DIII 2-2 6	46,40	2
DIII 3-2 1	13,20	3

DIII 3-2 2	30,80	3
DIII 3-2 4	26,80	3
DIII 3-2 5	9,20	3
DIII 3-2 6	31,20	3
DIII 3-2 7	65,20	3
DIV 2-2 1	61,20	3
DIV 2-2 2	60,40	3
DIV 2-2 3	68,80	4
DIV 2-2 4	63,20	3
DIV 2-2 6	79,60	4
DIV 2-2 7	76,80	4
DV 2-3 1	55,60	3
DV 2-3 2	49,60	3
DV 2-3 3	5,6	2
DV 2-3 4	20	3
DV 2-3 5	2	3
DV 2-3 6	45,20	4